

3
НОМЕР

БОНЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Hedysarum grandiflorum Pall.
Копеечник крупноцветковый
Вельмовский П.В.



2022

УЧРЕДИТЕЛЬ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© А.А. Кутеева, 2022

УДК 631/635: 633/635: 633

А.А. Кутеева

БОЛЕЗНИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ПРИЁМЫ ЗАЩИТЫ ОТ НИХ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ СТЕПНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

Филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Российский сельскохозяйственный центр» по Оренбургской области, Оренбург, Россия

Цель. Анализ, обобщение и систематизация литературных и статистических данных о видовом разнообразии, вредоносности заболеваний зерновых культур, профилактике распространения и приёмах защиты от них в мировом и отечественном земледелии. Актуализация сведений о распространении и развитии наиболее вредоносных болезней яровой пшеницы в регионах степной зоны России на примере Оренбургской области.

Материалы и методы. Использовались методы анализа, обобщения и систематизации данных.

Результаты. В посевах яровой пшеницы ежегодно вредоносят и снижают урожай множество болезней различной этиологии. Только за первое десятилетие XXI века недобор урожая зерна от болезней в России составил 18,3 млн т, а в отдельные предшествующие этому периоду годы варьировал от 8,5 до 25,0 млн т. В регионах степной зоны Урала и Западной Сибири яровая пшеница ежегодно занимает от 8,5 до 9,5 млн га или 65,0-68,4% общероссийской площади посева. Стабилизация её урожаев в этой зоне имеет принципиальное значение для обеспечения продовольственной безопасности и экспортного потенциала страны. Анализ распространения и развития болезней яровых зерновых культур по природно-сельскохозяйственным провинциям Оренбургской области за 2015-2019 гг. выявил наибольшее проявление корневых гнилей, тёмно-бурой пятнистости листьев и бурой листовой ржавчины. В отдельные годы на ограниченных площадях наблюдаются очаги мучнистой росы и септориоза. Самое высокое распространение и развитие корневых гнилей за анализируемый период отмечено в Зауралье. Тёмно-бурая пятнистость листьев в большей степени поражала посевы также в Зауралье. Причём наиболее интенсивно по сравнению с другими территориями – в Казахстанской степной провинции. Здесь и распространение, и развитие болезни оказалось практически в 10 раз выше, чем в других территориях. Распространение и развитие бурой листовой ржавчины более выраженным оказалось в Предуралье – в Заволжской степной (5,8 и 1,5%) и Заволжской сухостепной (4,1 и 1,1%) провинциях. В Казахстанской степной и Предуральской лесостепной провинциях показатели заболеваемости были на 1,5-1,1 п.п. и 2,1-1,2 п.п. ниже, а самыми низкими, на уровне 0,2%, они оказались в Казахстанской сухостепной провинции.

Заключение. В мировой и отечественной практике накоплен определённый опыт профилактики и защиты полевых культур от вредной инфекции, включающий меры как агротехнического, так и химического характера. Их эффективность имеет зональные особенности и для внедрения в конкретных почвенно-климатических условиях требуется тщательная зональная верификация. В условиях современных климатических и антропогенных изменений и постоянного обновления рынка средств защиты и реестра селекционных сортов актуальность научных исследований в этой области остаётся высокой.

Ключевые слова: степная зона, болезни зерновых культур, видовое разнообразие и вредоносность, профилактика распространения, приёмы защиты.

A.A. Kuteeva

DISEASES OF SPRING WHEAT AND METHODS OF PROTECTION AGAINST THEM IN AGRICULTURE OF THE STEPPE ZONE OF RUSSIA

Branch of the federal state budgetary institution “Russian agricultural center” in the Orenburg Region, Orenburg, Russia

Objective. Analysis, generalization, and systematization of literary and statistical data on species diversity, harmfulness of diseases of grain crops, prevention of spread, and methods of protection against them in the world and domestic agriculture. Updating of information on the spread and development of the most harmful diseases of spring wheat in the regions of the steppe zone of Russia on the example of the Orenburg region.

Materials and methods. Methods of analysis, generalization, and data systematization were used.

Results. Many diseases of various etiologies are annually harmed and reduce the yield of spring wheat crops. Only in the first decade of the XXI century, the shortage of grain harvest from diseases in Russia amounted to 18.3 million tons, and in some years preceding this period ranged from 8.5 to 25.0 million tons. In the regions of the steppe zone of the Urals and Western Siberia, spring wheat annually occupies from 8.5 to 9.5 million hectares or 65.0-68.4% of the all-Russian sowing area. The stabilization of its harvests in this zone is of fundamental importance for ensuring food security and the export potential of the country. Analysis of the spread and development of diseases of spring grain crops in the natural and agricultural provinces of the Orenburg region for 2015-2019 revealed the greatest manifestation of root rot, dark brown leaf spotting, and brown leaf rust. In some years, foci of powdery mildew and septoria are observed. The highest distribution and development of root rot during the analyzed period was noted in the Trans-Urals. Dark brown leaf spottiness affected crops to a greater extent also in the Trans-Urals. Moreover, it was the most intense in the Kazakh steppe province in comparison with other territories. Here, both the spread and development of the disease turned out to be almost 10 times higher than in other territories. The spread and development of brown leaf rust were more pronounced in the Urals – in the Trans-Volga steppe (5.8 and 1.5%) and the Trans-Volga dry-steppe (4.1 and 1.1%) provinces. In the Kazakh steppe and Cis-Ural forest-steppe provinces, the incidence rates were by 1.5-1.1 percentage points and 2.1-1.2 percentage points lower, but the lowest, at the level of 0.2%, were in the Kazakh dry-steppe province.

Conclusion. In the world and domestic practice, certain experience has been accumulated in the prevention and protection of field crops from harmful infection, including measures of both agrotechnical and chemical nature. Their effectiveness has zonal features, and careful zonal verification is required for implementation in specific soil and climatic conditions. In the conditions of modern climatic and anthropogenic changes and the constant updating of the market of protective equipment and the register of breeding varieties, the relevance of scientific research in this area remains high.

Key words: steppe zone, diseases of grain crops, species diversity and harmfulness, prevention of spread, protection techniques.

Введение

По информации ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) мировое сельское хозяйство ежегодно терпит убытки на уровне 70-80 млрд долларов США от вреда, причиняемого полевым агроценозам сорными растениями, насекомыми-вредителями и болезнями.

В России потенциальные потери урожая в отдельные годы достигают

71,3-100,0 млн т зерновых единиц, причём более трети недополученного урожая связано с заболеваниями растений [1]. Так, среднегодовой недобор урожая зерна за первое десятилетие XIX века только от болезней в России составил 18,3 млн т, а в более далёкой ретроспективе варьировал от 8,5 до 25,0 млн т [2, 3].

Основные российские площади посева наиболее ценной в хлебопекарном отношении яровой пшеницы располагаются в постцелинных регионах степной зоны Урала и Западной Сибири, где она ежегодно занимает от 8,5 до 9,5 млн га или 65,0-68,4 % от общей по стране площади посева [4].

Вполне очевидно, что одним из условий обеспечения производства продовольственного зерна в объёмах, достаточных для продовольственной независимости и реализации экспортного потенциала РФ, может быть эффективное использование биоклиматического потенциала территории и генетического потенциала возделываемых сортов [5, 6]. В этой связи выявление и оценка упущенных возможностей по наращиванию урожаев зерновых культур, связанных с болезнями растений, имеет высокую актуальность. Не менее важна, в условиях современных климатических и антропогенных изменений, актуализация путей профилактики распространения и защиты посевов от вредоносной инфекции [7].

Основная цель исследований заключалась в анализе, обобщении и систематизации литературных и статистических данных о видовом разнообразии, вредоносности заболеваний зерновых культур, профилактике распространения и приёмах защиты от них в мировом и отечественном земледелии, а также актуализации сведений о распространении и развитии наиболее вредоносных болезней яровой пшеницы в регионах степной зоны России на примере Оренбургской области.

Материалы и методы

Использовались методы анализа, обобщения и систематизации данных. Их источником служили официальные статистические сведения филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Оренбургской области о состоянии заболеваемости зерновых культур. Проводился также широкий обзор литературных источников.

При обработке цифрового материала применялись общепринятые методы статистического анализа.

Результаты и обсуждение

Анализ, обобщение и систематизация литературных данных о видовом разнообразии и вредоносности заболеваний зерновых культур

В посевах яровой пшеницы проявляют вредоносность и снижают реализацию биологического потенциала продуктивности большое число болезней, вызываемых фитопатогенными бактериями, вирусами и грибами [8-13].

К числу наиболее вредоносных заболеваний относятся бактериальные болезни. Высокую опасность для пшеницы представляют чёрный и базальный бактериозы, бактериальная гниль, бактериальная пятнистость, порозовение зерна и прочие [14-16]. Наиболее распространёнными и вредоносными в регионах преимущественного выращивания пшеницы в РФ считаются чёрный и базальный бактериозы. Другие виды бактериозов встречаются значительно реже и имеют на территории России сравнительно ограниченное распространение [14, 17].

Вирусные болезни растений распространены во всех зонах возделывания сельскохозяйственных культур и характеризуются высокой вредоносностью [18, 19]. В природе вирусы обычно резервируются на дикорастущей флоре, а при благоприятных условиях переходят с диких растений на культурные [20].

Среди вирусных болезней растений обычно выделяют мозаики и желтухи. Отличительной особенностью мозаик является мозаичная расцветка листьев (при заражении в молодом возрасте), часто сопровождающаяся некрозами тканей. В природе заболевание передаётся насекомыми с колюще-сосущим листовым аппаратом. Особенности их питания создают идеальные условия для распространения вирусов [21].

Желтухи характеризуются более равномерным изменением окраски листьев, сопровождаются короткоузлием и чрезмерным кущением [22]. В среде современных учёных бытует мнение, что возбудителями некоторых типов желтух, ранее считавшихся вирусными, являются микоплазмы, в иерархии микроорганизмов, занимающие промежуточное положение между вирусами и грибами [23].

Насекомые – переносчики фитопатогенных вирусов характеризуются вирусоспецифичностью и часто обеспечивают не только механический перенос вирусных частиц, но и длительное их сохранение, размножение и повышение вирулентности. Размах переноса инфекции определяется численно-

стью переносящих вирусы особей, фазы развития растений и метеорологических условий [24].

Наиболее распространёнными вирусными болезнями пшеницы на Южном Урале и в Поволжье являются русская мозаика озимой пшеницы, мозаика костреца безостого, жёлтая карликовость ячменя и вызываемая микоплазмой бледно-зелёная карликовость пшеницы [25].

Поражению русской мозаикой озимой пшеницы подвержены все хлебные и многие дикорастущие злаки. Вирус переносится полосатой (*Psammotettix striatus* L.) и шеститочечной (*Macrosteles laevis* R.) цикадками. Наиболее яркими симптомами заболевания являются хлоротичные пятна, постепенно желтеющие и сливающиеся в продольные полосы. Осенью (у озимых форм) заболевание сопровождается избыточным кущением и образованием розеток. Весной и летом болезнь проявляется в разной степени кустистости и отставании в росте, а также гибелью отдельных растений. В годы с продолжительной тёплой осенью, когда вирофорные насекомые активны и часто меняют места питания, заражение растений может достигать 20-30%, а потери урожая могут составить 15-20% [19].

Вредоносность заболевания составляет 60-65%. У поражённых растений отмечается снижение высоты на 10%, длины корней на 35%, числа продуктивных стеблей на 45%, на 2% снижается содержание клейковины, а ИДК увеличивается на 10%. Больные растения на 10% интенсивнее поражаются возбудителями корневых гнилей, а всхожесть зерна из полученного урожая снижается на 18% [26].

Наиболее вредоносным для яровой пшеницы заболеванием вирусной природы является мозаика костреца безостого. Очаги болезни на посевах зерновых располагаются обычно вблизи диких злаковых трав, что свидетельствует о её природно-очаговом характере.

Симптомы заболевания проявляются в виде крапчатости и штриховатости листьев, последующего образования полос и окрашивания флагового листа в антоциановый цвет. Заражённые растения замедляются в росте, формируют щуплозёрный колос. Вредоносность заболевания чрезвычайно велика – даже при заражении растений на поздних этапах органогенеза (в фазы цветения и начала колошения) потери урожая могут составить более 60%, а при заражении в ранние фазы – ещё больше [27].

Специализированного переносчика вируса мозаики костреца безостого

в России пока не выявлено. В зарубежной литературе указывается на непersistентную передачу вируса кукурузными жуками рода *Diabrotica*, пьявицей, полосатой блошкой, тлями, клещами и нематодами родов *Longidorus* и *Xiphinema*. Связь заболевания с почвой подтверждается очаговым характером распространения больных растений в поле, площадью 0,25-25 м² [28].

Жёлтая карликовость ячменя поражает большинство хлебных и многие дикорастущие злаки. Заболевание переносится большой злаковой (*Sitobion avenae* Fabricius), черёмухо-злаковой (*Rhopalosiphum padi* L.), обыкновенной злаковой (*Schizaphis graminum* Rd.) и многими другими видами злаковых тлей (около 100 видов), из которых 23 вида являются основными и эффективными векторами этого вируса [29].

Симптомы заболевания зависят от культуры, периода заражения и штамма вируса. У ячменя болезнь проявляется в низкорослости растений и характерной золотисто-жёлтой или оранжевой окраске молодых формирующихся листьев, распространяющейся вниз по краям листа. Заражённые листья отличаются от здоровых большей толщиной, повышенной жёсткостью и вертикальным расположением [30].

Для поражённой желтой карликовостью ячменя озимой пшеницы характерно осеннее пожелтение или покраснение кончиков листьев, усиливающееся весной, отставание в росте, задержка с выколашиванием, стерильность колосков и щуплозёрность. При неблагоприятных условиях зимовки и летней засухе сильно поражённые растения погибают [31].

Урожай зерна пшеницы, инфицированной жёлтой карликовостью ячменя, уменьшается на 60%, на 40% снижается выживаемость озимой пшеницы зимой. Больные растения на 25-30% интенсивнее поражаются корневыми гнилями [29].

Бледно-зелёной карликовостью пшеницы также поражаются многие хлебные и дикие злаки. Переносчиками инфекции являются шеститочечная (*Macrosteles laevis* R.), тёмная (*Laodelphax striatella* Fall) и полосатая (*Psammotettix striatus* L) цикадки [32, 33]. Проявление болезни выражается в виде отставания в росте, образования многочисленных мелких побегов (у озимой пшеницы), бледно-зелёной окраски листьев, стерильности цветков (пыльцы), израстания цветочных чешуй и щуплости зерна. Заболевание при сильном поражении может причинять значительный ущерб [34].

Следует отметить, что посевы пшеницы часто поражаются комплексом

вирусов. Наиболее часто встречается системное поражающее действие вируса мозаики озимой пшеницы и вируса мозаики костреца безостого, с не характерными ни для одного из видов симптомами. Одновременно с этим часто встречаются растения с симптомами болезни, похожими на вирусные и микоплазменные поражения, но вызванные другими причинами: резким изменением температуры воздуха, недостаточностью элементов минерального питания в почве, избыточным или недостаточным увлажнением [35].

К наиболее опасным болезням с грибной инфекцией относятся ржавчины (бурая листовая, стеблевая и жёлтая), фузариоз колоса, жёлтая и тёмно-бурая (гельминтоспориозная) пятнистости листьев, септориоз и корневые гнили [36,37].

Гельминтоспориозы отличаются массовым распространением болезни. Нередки случаи, когда в посевах поражается до 35-40% растений [38]. Больные растения большей частью погибают, а выжившие формируют щуплое зерно, уже инфицированное мицелием гриба. При посеве из него вырастают также больные растения [11].

По данным Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский сельскохозяйственный центр» распространённость гельминтоспориозов в настоящее время является высокой, а в отдельные годы они оказываются более вредоносными, чем другие болезни [38].

Чрезвычайно вредоносны ржавчины. Они наносят большой урон урожаю, так как болезнь при благоприятных условиях может принимать характер эпифитотии. Споры ржавчинных грибов могут переноситься ветрами на большие расстояния и быть причиной неожиданной вспышки заболеваний [36, 39].

На ранних этапах развития пшеницы, соответствующих фазам выхода в трубку и цветения, при поражении растений со степенью развития болезни 80-100%, потери урожая от бурой листовой ржавчины могут достигать 35-50%, от жёлтой ржавчины – 55-60% и 70-75% – от стеблевой. К примеру, в Курганской области недобор урожая только от бурой листовой ржавчины составляет в среднем 3-5%, а в годы эпифитотий увеличивается до 20-30% [40].

При характерном для настоящего времени чрезмерном насыщении структуры посевных площадей пшеницей и переходе к минимальной обработке почвы усиливается проявление септориоза [41, 42]. Его распространение может достигать 70-80%, а потери урожая в отдельные годы составляют

20-30% и более [43]. В ресурсосберегающих технологиях распространение септориоза фиксируется не только в «традиционных» регионах Западной Сибири и Зауралья, где он сопровождается в отдельные годы 50% и более снижением урожайности и ухудшением качества зерна, но и на Южном Урале [44].

Существенный урон урожаю яровой пшеницы наносят корневые гнили. Их особая опасность заключается в приемлемости для контроля развития болезни только химических методов защиты растений, поскольку полностью устойчивых к данному заболеванию сортов пшеницы пока не создано [45].

Корневая гниль пшеницы является одной из разновидностей корневых гнилей зерновых со сходными внешними симптомами. Она развивается на подземных и приземных органах растений и сопровождается уменьшением числа нормально функционирующих корней, нарушением связи между подземными и надземными органами, ухудшением водоснабжения и питания растений [46]. Болезнь вызывает изреженность всходов, отмирание продуктивных стеблей, белоколосость, что приводит к значительному снижению продуктивности пшеничных агроценозов (Turdieva et al., 2020). Развитию болезни способствует комплекс биотических и абиотических факторов, ослабляющих растения [44].

Типичными симптомами корневых гнилей является некроз корней, подземного междоузлия, корневой шейки, нижних частей стебля и нижних листовых влагалищ. Некроз проявляется сначала в виде светло-коричневых, а позднее и тёмно-бурых или чёрных пятен. Развитие некроза постепенно приводит к загниванию и гибели повреждённых органов растений. Визуальные признаки корневых гнилей включают отставание в росте растений, пожелтение листьев, появление в фазу колошения низкорослых побегов без колосьев (подгона) или с недоразвитыми маленькими колосьями [47].

Симптомы болезни могут различаться в зависимости от её возбудителей. Этиология корневой гнили пшеницы достаточно сложная, поскольку болезнь может ассоциироваться с десятками видов патогенных грибов, а также с неблагоприятными метеорологическими и почвенными условиями [48].

Различают непаразитные корневые гнили и инфекционные, вызываемые определёнными видами почвенных фитопатогенных грибов: гельминтоспориозные, фузариозные, офиоболезные, церкоспореллезные или комплексные, гельминтоспориозно-фузариозные [49].

Для инфекционных корневых гнилей характерно неравномерное рас-

пространение болезни по отдельным полям, вследствие чего сильно зараженные посевы могут граничить с относительно здоровыми [50],

При высоком насыщении севооборотов повторными посевами, сокращении площади паровых полей, особенно характерных для настоящего времени, происходит прогрессирующее заражение почвы, что приводит к развитию хронических (многолетних) эпифитотий, охватывающих зерновые районы в целом [51, 52].

Наиболее вредоносными возбудителями гельминтоспориозной или обыкновенной корневой гнили, повсеместно распространённой в районах возделывания зерновых культур, являются грибы видов *Bipolaris sorokiniana*, *Curvularia ramosa* и *Alternaria tenuis*. В составе патогенного комплекса на первичных этапах развития растений отмечаются ещё грибы рода *Pythium* - *P. volutum* и *P. aristosporum* [49]. Проявление болезни на ранних стадиях развития растений обуславливается семенной инфекцией, а в более поздние фазы вегетации – почвенной. Более активному развитию болезни способствует ослабление растений в результате длительной засухи, нарушений агротехники, при высоком насыщении севооборотов зерновыми культурами, повреждении вредоносными насекомыми (злаковыми мухами), способствующими проникновению инфекции [53].

Внешнее проявление гельминтоспориозной корневой гнили выражается в побурении основания стебля и влагалища первого листа, появлении тёмных, а впоследствии бурых или светло-бурых, покрытых оливково-бурым или чёрно-серым налётом, слегка удлинённых с тёмной каймой пятен на листьях. Зачастую буреют и колосковые чешуи. Значительное развитие болезни может вызывать гибель всходов. Поражённые взрослые растения заметно отстают в росте, не выколашиваются, формируют щуплое, с потемнением в области зародыша зерно («чёрный зародыш») [54].

Особая вредоносность патогенов связана с их способностью распространяться конидиями во время вегетации, зимовать в виде грибницы и конидий на стерне и опавшем зерне, переносить морозы до -39°C и долго (до года) сохраняться в почве [55].

Фузариозная гниль, в России распространённая преимущественно в северо-западных областях и на Дальнем Востоке, является одной из главных причин гибели всходов или раннего усыхания растений на корню. Её возбудителем являются грибы рода *Fusarium* (*F. culmorum* Sacc, *F. avenaceum* Sacc,

F. oxysporum Schl.), поражающие корни и узел кущения [56-58]. Сильнее поражаются ослабленные растения с пониженным тургором клеток и посевы в севооборотах с высоким насыщением зерновыми. Внешними признаками заболевания растений являются продольные темные пятна, которые впоследствии буреют и загнивают. Нередко у основания стебля наблюдается розовый налет, состоящий из мицелия и конидий гриба. У взрослых растений нижняя часть стебля буреет, возникает белостебельность, листья желтеют, опадают, отмирают корни и подземные междоузлия [59].

Сохраняется возбудитель на семенах, растительных остатках, в почве в форме гребницы, хламидоспор. Распространяется через заражённую почву, а также путем заражения колоса и семян конидиями [60].

Офиоболезная гниль отмечается в виде очагов преимущественно в регионах с достаточным увлажнением. Возбудителем болезни является сумчатый гриб *Ophiobolus graminis Sacc* [61]. Поражение посевов в фазу полных всходов может сопровождаться гибелью растений, а в период колошения - отмиранием продуктивных стеблей, карликовостью и белостебельностью, проявляющейся на полях в виде светлых проплешин. Выжившие растения формируют неполностью развитое, щуплое зерно [62]. Продуктивность пораженных растений снижается на 40% и более. Возбудитель сохраняется в виде сумок с сумкоспорами в псевдотециях или хламидоспор, вызывающих весной заражение растений. Заболевание чаще встречается на легких аэрируемых почвах средней и слабой кислотности [58].

Церкоспореллезная гниль в России получила преимущественное распространение в западных и северо-западных областях. Её возбудителем является несовершенный гриб *Cercospora herpotrichoides F.* Болезнь обнаруживается поздней осенью или ранней весной на coleoptile, а затем у основания стебля в виде светлых пятен («глазков»), окруженных темной каймой. Реже болезнь проявляется на листовых влагалищах в виде пятен в форме эллипса. Нередко на пятнах образуются мелкие черные микросклероции. Внутренняя часть стебля заполняется дымчато-серым, а со временем коричневым мицелием гриба. К концу вегетации, особенно в дождливую погоду, пораженные стебли ломаются, что приводит к полеганию посевов. Потери урожая от болезни могут достигать 30% и более. С семенами инфекция не передаётся, а на пораженных растительных остатках в почве грибок сохраняет жизнеспособность до 18 месяцев [57].

Актуализация сведений о распространении и развитии наиболее вредоносных болезней яровой пшеницы в Оренбургской области. Мониторинг болезней зерновых культур осуществляется подведомственным Минсельхозу России ФГБУ «Россельхозцентр» посредством выявления признаков проявления заболевания растений в посеве и определения его степени с использованием оценочных показателей и соответствующих методик.

Относительное число больных растений в пробе, определённое как выраженное в процентах отношение числа больных растений к общему числу больных и здоровых растений в пробе, характеризует распространение болезни (P, %). Интенсивность или степень развития болезни (R, баллов или %) определяется отношением суммы произведений числа больных растений на соответствующий балл или процент поражения к общему количеству растений в пробе [63, 64].

Анализ распространения и развития болезней яровых зерновых культур по природно-сельскохозяйственным провинциям Оренбургской области за 2015-2019 гг. выявил наибольшее проявление корневых гнилей, тёмно-бурой пятнистости листьев и бурой листовой ржавчины. В отдельные годы на ограниченных площадях наблюдаются очаги мучнистой росы. Так, в Переволоцком районе в 2015 г. на площади 263 га распространение болезни составило 28%, а степень развития – 15,5%.

В отдельных административных районах проявляется и септориоз. В Сорочинском районе (2015 г.) на площади 300 га распространение болезни составило 5,0%, а степень развития – 3%. Здесь же в следующем году (2016 г.) уже на площади 400 га распространение септориоза повысилось до 12,0%, а степень развития заболевания – до 10,0%. В 2017 г. отмечена вспышка септориоза в Адамовском районе, где на площади 406 га зафиксировано распространение болезни на уровне 60,0% и более 16,0% – развитие. В 2017 г. в Красногвардейском районе на площади 50 га наблюдалась инфекция головки при незначительном распространении болезни (0,5%), а в 2019 г. в Переволоцком районе отмечена вспышка черни колоса на площади 231 га с распространением болезни около 10,0%.

Отмеченные выше заболевания, такие как корневые гнили, тёмно-бурая пятнистость листьев и бурая листовая ржавчина проявляются в полеводстве Оренбуржья ежегодно и имеют широкий пространственный охват. Они наблюдаются во всех природно-сельскохозяйственных провинциях. В от-

дельных административных районах их распространение и развитие в наиболее неблагоприятные годы достигает высоких значений, хотя средние значения этих показателей и не выглядят настолько впечатляющими (табл. 1).

Таблица 1. Размах и степь поражения растений в посевах яровых зерновых культур по природно-сельскохозяйственным провинциям Оренбургской области, средние данные за 2015-2019 гг.

Природно-сельскохозяйственная провинция	Корневые гнили		Тёмно-бурая пятнистость листьев		Бурая листовая ржавчина	
	Распространение, %	Развитие, %	Распространение, %	Развитие, %	Распространение, %	Развитие, %
Предуральская лесостепная	0,5	0,3	0,1	0,1	2,0	0,2
Заволжская степная	2,2	1,1	1,5	0,4	5,8	1,5
Казахстанская степная	9,9	4,7	13,0	2,5	2,6	0,2
Заволжская сухостепная	2,8	1,6	1,0	0,5	4,1	1,1
Казахстанская сухостепная	8,1	3,9	0,3	0,2	0,2	0,2

Самое высокое распространение и развитие корневых гнилей за анализируемый период на поражённых полях отмечено в Зауралье. Так, наибольшее среднее распространение болезни на уровне 9,9% наблюдалось в административных районах, приуроченных к Казахстанской степной провинции, и наибольшее среднее развитие – на уровне 4,7% – отмечено здесь же. Только на 1,1-0,8 п.п. (процентных пункта) указанные показатели оказались ниже в Казахстанской сухостепной провинции. Самое низкое среднее проявление заболевания отмечено в хозяйствах Предуральской лесостепной провинции, а далее в порядке возрастания расположились административные районы Заволжской степной и Заволжской сухостепной провинций.

Тёмно-бурая пятнистость листьев в большей степени поражала посевы яровых зерновых культур также в Зауралье. Причём наиболее интенсивно по сравнению с другими территориями – в Казахстанской степной провинции. Здесь и распространение, и развитие болезни оказалось практически в 10 раз выше, чем в других территориях.

Распространение и развитие бурой листовой ржавчины более выраженным оказалось в Предуралье – в Заволжской степной (5,8 и 1,5%) и Заволж-

ской сухостепной (4,1 и 1,1%) провинциях. В Казахстанской степной и Предуральской лесостепной провинциях показатели заболеваемости были на 1,5-1,1 п.п. и 2,1-1,2 п.п. ниже, а самыми низкими, на уровне 0,2%, они оказались в Казахстанской сухостепной провинции.

Анализ распространения и развития болезней в разрезе административных районов отдельных природно-сельскохозяйственных провинций позволил выявить их значительную динамику, характеризующуюся определёнными пространственными и временными особенностями.

Так, активное проявление корневых гнилей отмечено в 2017 г., который характеризовался ещё и вспышкой инфекции в Казахстанской сухостепной провинции (рис. 1).

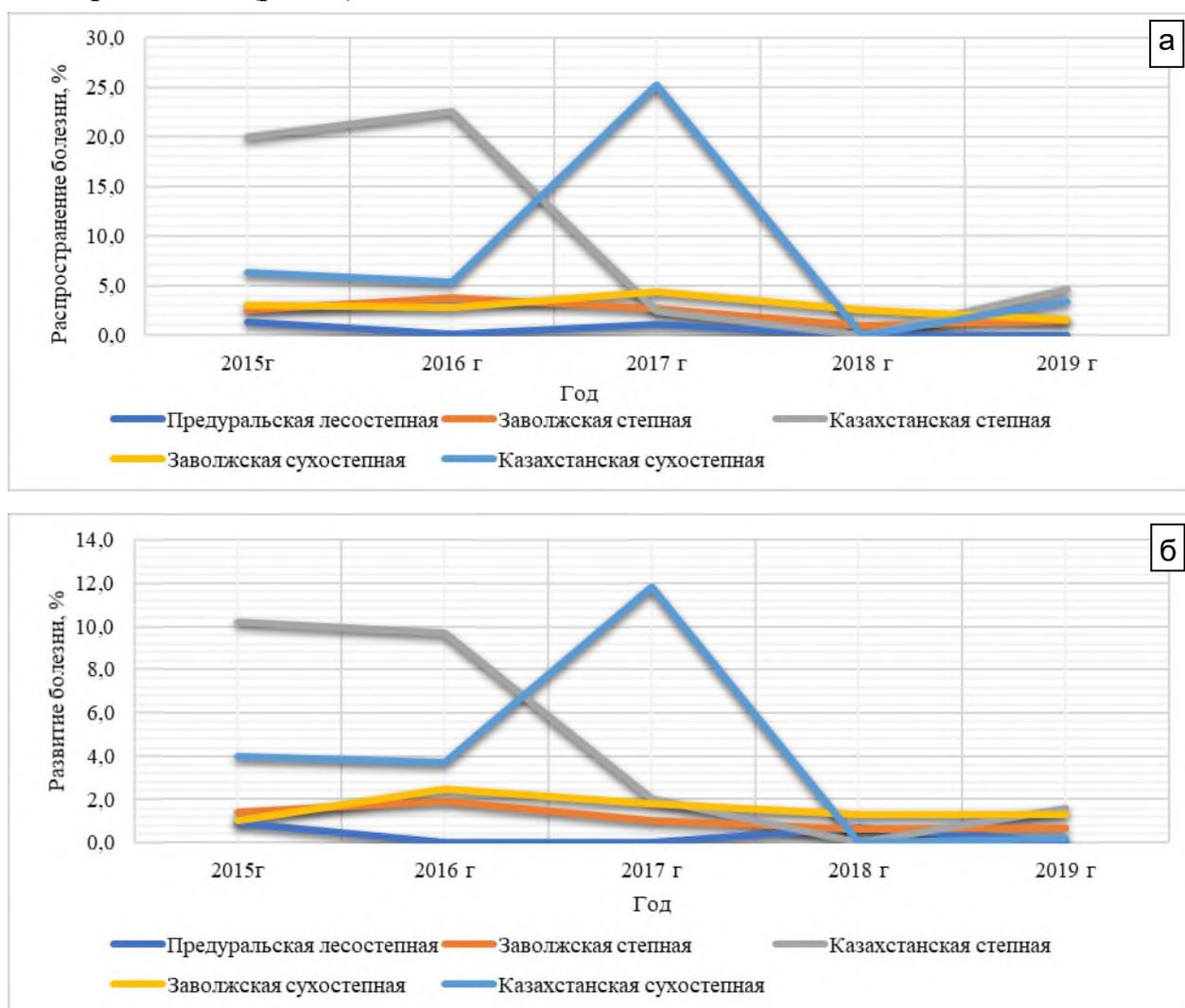


Рис. 1. Пространственно-временная динамика распространения (а) и развития (б) корневых гнилей в посевах яровых зерновых культур по природно-сельскохозяйственным провинциям Оренбургской области, 2015-2019 гг.

Распространение болезни в целом по провинции на поражённых участках составило 25,3 и 11,8% развитие. Особенно негативная обстановка с заболеванием сложилась в Ясненском районе, где среднее распространение болезни составило 66,3%, а степень развития превысила 30,0%. В отдельных, взятых для анализа пробах растений, эти показатели превышали 70,0 и 37,0% соответственно.

В Казахстанской степной провинции вспышка корневых гнилей отмечалась в предшествующие два года (2015 и 2016). Самое активное распространение болезни наблюдалось в Гайском (40,8-56,6%) и Адамовском (51,0-51,0%) районах, где развитие болезни у инфицированных растений находилось на уровне 22,0-27,0%.

В Асекеевском, Абдулинском, Матвеевском, Пономарёвском, Шарлыкском и Тюльганском районах Предуральской лесостепной провинции в анализируемый период вспышек корневых гнилей не наблюдалось. Только в Бугурусланском районе в 2015 и 2017 гг. распространение болезни составляло 10,0 и 8,6% соответственно.

Среди административных районов, приуроченных к Заволжской степной провинции, практически ежегодное проявление корневых гнилей фиксировалось в Переволоцком, Илекском, Оренбургском, Сорочинском, Красногвардейском и Соль-Илецком районах, где распространение болезни на инфицированных участках в среднем за пять лет составило 11,2-3,5%, а степень развития – 4,3-1,0%.

Самое выраженное проявление тёмно-бурой пятнистости листьев наблюдалось в 2015 и 2016 гг. (рис. 2).

Наиболее активное распространение болезни отмечено в административных районах Казахстанской степной провинции. Так, при среднем значении распространения заболевания на поражённых участках в Гайском районе на уровне 27,4% в 2015 г. этот показатель оказался равен 47,3%, а в 2016 г. - ещё на 17,7 п.п. выше. Близким оказалось распространение и развитие болезни и в Адамовском районе - 24,7% и 60,0-50,0% соответственно. В других территориях распространение и развитие тёмно-бурой пятнистости листьев яровых зерновых культур было менее выраженным. Следует выделить только Сорочинский, Первомайский и Оренбургский районы из Заволжской степной провинции, где эти показатели в среднем за пять лет оказались равными 5,3-10,0% и 11,0-21,6% соответственно.

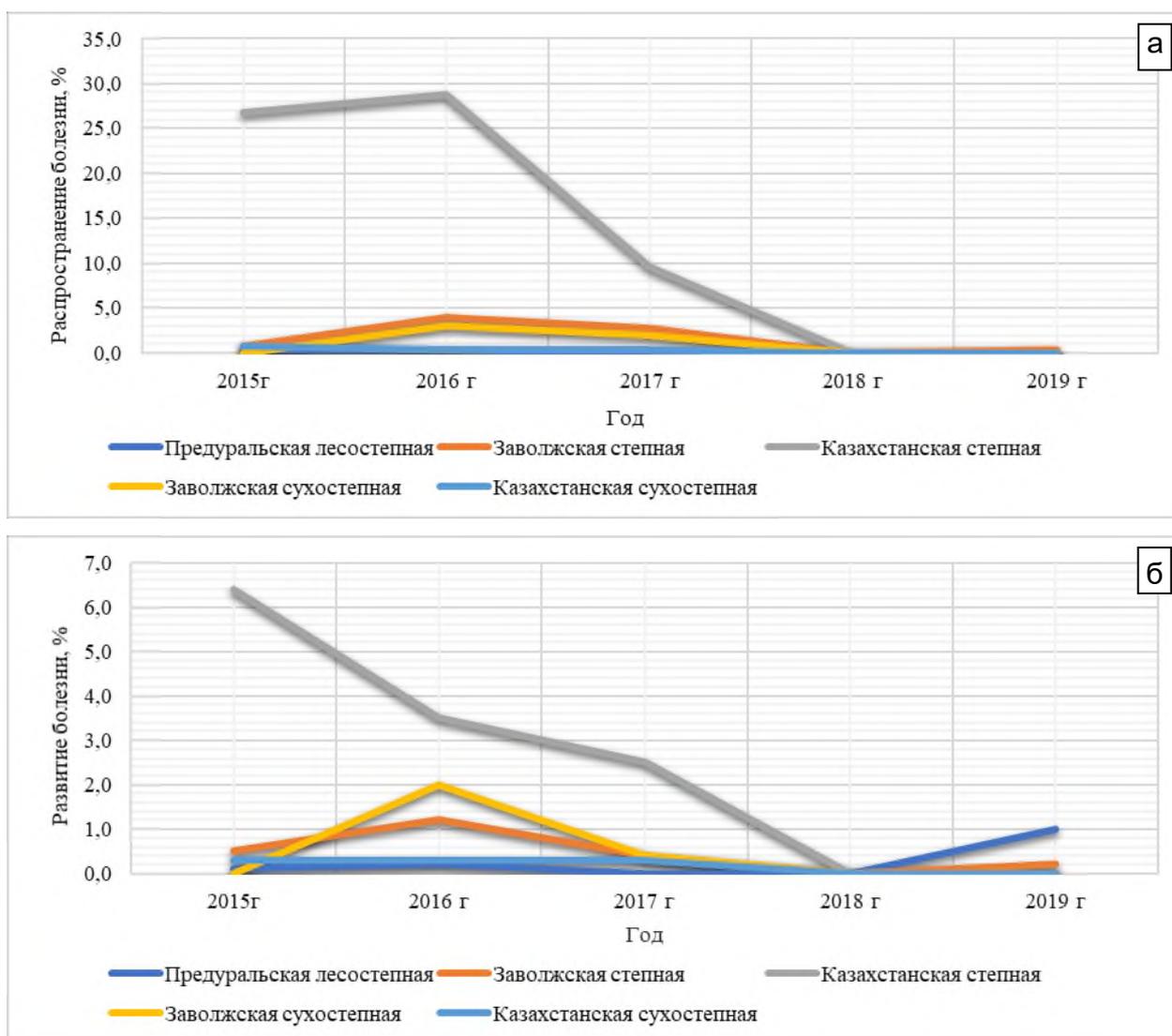


Рис. 2. Пространственно-временная динамика распространения (а) и развития (б) тёмно-бурой пятнистости листьев в посевах яровых зерновых культур по природно-сельскохозяйственным провинция Оренбургской области, 2015-2019 гг.

Из аномалий стоит упомянуть вспышку инфекции 2017 г. в Переволоцком районе, когда распространение болезни поражённых участков приблизилось к 40,0%.

Самым высоким инфицированием бурой листовой ржавчиной характеризовались посевы яровых зерновых культур в 2016 и 2017 гг. (рис. 3).

В Предуральской лесостепной провинции наиболее неблагоприятная обстановка наблюдалась в Пономарёвском районе, где распространение болезни составило 21,0-56,4%. В 2016 г. высокими показателями распространения болезни в Заволжской степной провинции характеризовались Октябрьский (89,0%) и Акбулакский (50,0%) районы. В 2017 г. далеко не благоприятная обстановка с распространением бурой листовой ржавчины отмечалась

в Сорочинском (46,6%), Ташлинском (20,2%) и Новоорском (37,0%) районах.

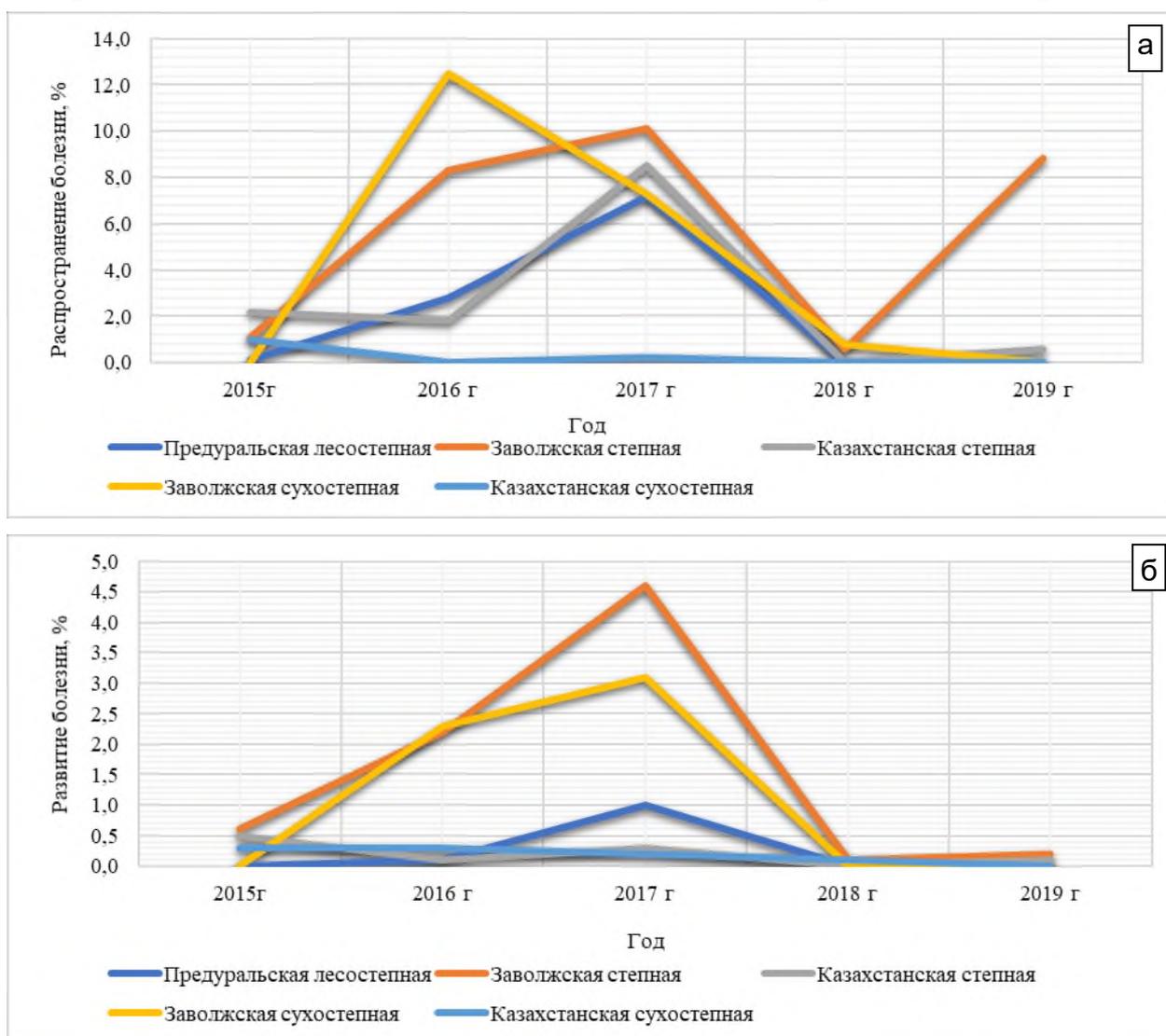


Рис. 3. Пространственно-временная динамика распространения (а) и развития (б) бурой листовой ржавчины в посевах яровых зерновых культур по природно-сельскохозяйственным провинциям Оренбургской области, 2015-2019 гг.

Таким образом, в посевах яровых зерновых культур Оренбургской области, с преобладанием в их структуре яровой пшеницы, ежегодно проявляются вспышки заболеваний инфекционной природы, формирующие вполне очевидные риски высокой реализации биоклиматического потенциала территории и биологического потенциала полевых культур. Они формируют вызовы продовольственной безопасности населения и зерновому экспортному потенциалу страны.

В связи с этим разработка и научное обоснование путей снижения вредоносности болезней зерновых культур имеют выраженную актуальность, а полученные результаты – высокий практический интерес.

Обобщение и систематизации литературных данных о профилактике распространения и приёмах защиты полевых культур от болезней в мировом и отечественном земледелии. В научной литературе широко представлены результаты работ авторов, направленных на профилактику и защиту полевых культур от вредной инфекции.

Для защиты пшеницы от бактериозов предлагаются мероприятия, направленные на создание для растений оптимальных условий произрастания. К посеву рекомендуются только здоровые, полноценные, крупные, выровненные семена районированных сортов, собранные с не поражённых болезнью участков или с полей с невысоким распространением болезни. Чрезвычайно важно соблюдение севооборотов, уход от монокультуры, подбор не поражаемых культур-предшественников, внесение сбалансированных норм минеральных удобрений и микроэлементов. Хорошие результаты показывает первоочередное внесение фосфорно-калийных удобрений, а избыточное одностороннее внесение минерального азота, напротив, может снизить устойчивость растений к болезни [65].

Значительно снижают вредоносность бактериальных патогенов систематическая борьба с сорными растениями и переносчиками инфекции, раздельная уборка семенных участков в фазу восковой спелости зерна, своевременная просушка убранного зерна, очистка от битых, щуплых и недоразвитых зёрен, зачастую являющихся переносчиками инфекции [66].

В комплексе агротехнических мероприятий борьбы с вирусами высокую эффективность показывает уничтожение при обработке стерни сильно инфицированной падалицы [67].

Для предупреждения заболеваний яровых зерновых целесообразно размещение их посевов на удалении от полей озимых зерновых, многолетних злаковых трав и естественных угодий с преобладанием злаков в травостое. Посевы озимых целесообразнее проводить в оптимально поздние, а яровых – в оптимально ранние сроки с соблюдением рекомендованной плотности посева [68].

В целом, исследователи отмечают повышение устойчивости растений полевой культуры к вирусной инфекции от любых агротехнических приёмов, ускоряющих рост и развитие растений. Среди них особо следует выделить посев устойчивых сортов семенами высоких репродукций и применение расчётных на запланированный урожай минеральных удобрений с заниженными

нормами азота [69, 70].

Для химической борьбы с переносчиками заболеваний вирусной природы целесообразно использование инсектицидных протравителей семян и инсектицидов для обработки посевов. В связи с высокой затратностью защитных мер химического характера и для профилактики распространения вирусов насекомыми-переносчиками эффективно применение инсектицидов по оптимизированной схеме опрыскивания с шириной полос 30 м (в один проход опрыскивателя), при необходимости с применением системных препаратов [67].

Наиболее действенным средством защиты растений полевой культуры от вирусной инфекции, наряду с безусловным применением агротехнических, химических, биологических и других методов, является селекция на иммунитет к биотическим стрессам [71].

В расчёте на продолжительную устойчивость пшеницы к патогенам вирусной природы наиболее перспективным направлением селекции является осуществление постоянного контроля за составом и степенью вирулентности популяций патогенов; регламентирование использования доноров с идентичными генами устойчивости по регионам; проведение постоянного поиска новых источников устойчивости среди коллекционных образцов различного происхождения и среди диких форм пшеницы и её сородичей; включение в селекционный процесс высокоэффективных генов расоспецифической устойчивости в сочетании с неспецифической защитой против патогенов; непрерывность процесса селекции на устойчивость с использованием ускоряющих его современных методов биотехнологии, опережающего «селекцию» патогенов [26].

Наиболее экономически выгодным и экологически безопасным методом борьбы с ржавчиной является использование устойчивых сортов, полученных, в том числе, в результате селекции с дикими сородичами культурных растений из «банка» генетического разнообразия, обладающих устойчивостью к болезни [72].

Показывает хорошие результаты уничтожение растительных остатков и падалицы путём вспашки или обработки гербицидами и практикование сортосмешанных посевов. Актуальным и высокоэффективным остаётся химический метод защиты растений с помощью фунгицидов, производственное применение которых показывает 90-100% эффективность [72].

В контроле септориоза яровой пшеницы важна роль сортов и фунгици-

дов. Известны сорта с пониженной восприимчивостью к септориозу листьев и колоса и фунгициды, позволяющие в результате своевременной обработки посевов даже на фоне эпифитотийного развития септориоза листьев обеспечивать 75-95% биологическую эффективность [73].

Наиболее эффективным средством защиты посевов яровой пшеницы от корневых гнилей является химический метод [74]. При его реализации применяется широкий спектр фунгицидов в виде протравителей семян. Однако не все они способны полностью ингибировать развитие возбудителей болезни, многие из которых проявляют определённую резистентность к химическим препаратам [59].

В системе агротехнических мероприятий, снижающих вредоносность корневых гнилей, эффективно соблюдение севооборотов, своевременная уборка семенных участков, сушка, воздушно-тепловой и солнечный обогрев семян. Целесообразно проведение посева яровых культур в оптимально ранние сроки, а озимых – в оптимально поздние. Под пшеницу и другие зерновые культуры хорошие результаты показывает лущение стерни, внесение органических удобрений, активизирующей деятельности антагонистов, проведение известкования кислых почв, внесение фосфорно-калийных удобрений при посеве и минеральная подкормка всходов [75].

Заключение

Анализ распространения и развития болезней яровых зерновых культур по природно-сельскохозяйственным провинциям Оренбургской области за 2015-2019 гг. выявил наибольшее проявление корневых гнилей, тёмно-бурой пятнистости листьев и бурой листовой ржавчины. В отдельные годы на ограниченных площадях наблюдаются очаги мучнистой росы и септориоза. Самое высокое распространение и развитие корневых гнилей и тёмно-бурой пятнистости листьев отмечено в Зауралье. Распространение и развитие бурой листовой ржавчины более выраженным оказалось в Предуралье.

В мировой и отечественной практике накоплен определённый опыт профилактики и защиты полевых культур от вредной инфекции, включающий меры как агротехнического, так и химического характера. Их эффективность имеет зональные особенности и для внедрения в конкретных почвенно-климатических условиях требуется тщательная зональная верификация. В условиях современных климатических и антропогенных изменений и постоянного обновления рынка средств защиты и реестра селекционных сортов

актуальность научных исследований в этой области остаётся высокой.

Вполне очевидно, что эффективность приведённых выше приёмов имеет зональные особенности и для их внедрения в конкретных почвенно-климатических условиях требуется тщательная зональная верификация [76]. В связи с наметившейся тенденцией изменения климата и усиления антропогенного прессинга на агроэкосистемы [77] особую актуальность имеет подбор протравителей семян яровой пшеницы для современных агротехнологий, поскольку эффективно устойчивых сортов или уверенно эффективных агротехнических приёмов защиты от многих болезней, в частности от корневых гнилей, ещё не существует.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глинушкин А.П. Эффективность применения средств защиты в технологиях возделывания яровой мягкой пшеницы. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 1 (21): 25-27.
2. Лазарев А.М. Бактериальные болезни пшеницы. Защита и карантин растений. 2007. № 11: 48-50.
3. Санин С.С., Сандухадзе Б.И., Мамедов Р.З., Карлова Л.В., Корнева Л.Г., Рулёва О.М. Интенсификация производства зерна пшеницы, фитосанитария и защита растений в Центральном районе России. Агрехимия. 2020. № 10: 36-44.
4. Гулянов Ю.А. Устойчивость агроценозов яровой пшеницы к современным климатическим изменениям в земледелии степной зоны Южного Урала. Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 2(26): 62-73.
5. Титков В.И., Каракулев В.В., Гулянов Ю.А., Глебов И.А., Ярцев Г.Ф., Варавва В.Н., Архипов С.М., Батталова Н.Р., Байкасанов Р.К. Практикум по технологии производства продукции растениеводства для степной зоны Южного Урала (морфобиологические особенности, технологии возделывания полевых культур, определение посевных качеств семян и программирование урожая). 2-е изд., пер. и доп. Оренбург: издательство Оренбургского государственного аграрного университета, 2007. 330 с.
6. Гулянов Ю.А. Возможности интеллектуальных цифровых технологий в экологизации ландшафтно-адаптивного земледелия степной зоны. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78): 8-11.
7. Гулянов Ю.А., Чибилёв А.А. (мл.), Чибилёв А.А., Левыкин С.В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области). Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1: 28-40.
8. Игнатова Г.А. Развитие и антиоксидантный статус проростков яровой пшеницы при обработке пестицидами. Russian agricultural science review. 2015. Т. 6. № 6-1: 187-190.
9. Mousa W.K., Raizada M.N. Natural disease control in cereal grains. Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016. Vol. 4: 257-263.
10. Соколова Г.Д., Глинушкин А.П. Молекулярно-генетические аспекты устойчивости пшеницы к инфицированию колоса *Fusarium graminearum*. Микробиология и фитопатология. 2016. Т. 50. № 4: 207-218.
11. Асеева Т.А., Савченко Н.Е. Влияние экологических факторов на развитие болезней яровой пшеницы. Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 5: 34-37.
12. Евсеев В.В., Каракотов С.Д. Бактериозы зерновых культур в лесостепной зоне Зауралья, Южного Урала и Западного Казахстана. Защита и карантин растений. 2021. № 1: 13-17.

13. Калидилда А.М., Камалова М.С. Особенности возбудителей болезней твёрдой головни и бурой ржавчины пшеницы. *Znanstvena Misel*. 2022. № 63-1 (63): 9-11.
14. Глинушкин А.П. Кончиковый бактериоз яровой пшеницы на Южном Урале. *Вестник Орловского государственного аграрного университета*. 2012. № 2 (35): 36-37.
15. Merino-Rodriges M. *Phytoparasites of plants. Lexicom of Plant Pests and Diseases*. 2013: 67a, 68-142.
16. Лазарев А.М. Базальный бактериоз пшеницы. *Защита и карантин растений*. 2021. № 12: 18-19.
17. Игнатов А.Н., Пунина Н.В., Матвеева Е.В., Пехтерева Э.Ш., Политыко В.А., Корнев К.П. *Xanthomonas arboricola* – бактериальный патоген сельскохозяйственных культур в России. *Защита и карантин растений*. 2010. № 4: 41-43.
18. Власов Ю.И., Ларина Э.И. *Сельскохозяйственная вирусология*. М.: Колос, 1982. 239с.
19. Черкашин В.Н., Черкашин Г.В., Малыгина А.Н. Вирусные болезни озимой пшеницы на Ставрополье. *Бюллетень Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства*. 2014. № 6: 183-188.
20. Панарин И.В. *Защита злаковых культур от вирусных болезней*. М.: Россельхозиздат, 1985: 78.
21. Маркелова Т.С., Чекмарёва Л.И., Баукенова Э.А. Вирусные болезни пшеницы в Нижнем Поволжье. *АГРО XXI*. 2012. № 7-9: 13-15.
22. Павловская Н.Е., Лоскутов И.Г., Пикунова А.В., Гаврилова А.Ю. Скрининг сортов пшеницы и ячменя на присутствие ДНК-маркёров генов устойчивости к болезням. *Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им Ю.А.Овчинникова*. 2014. Т. 10. № 1: 38-45.
23. Гуляева А.Б., Токовенко И.П., Патыка В.Ф. Изменения в фотосинтетическом аппарате озимой пшеницы при воздействии микоплазмы *A. Laidlawi*. *Научные записки Тернопольского национального педагогического университета им. В. Гнатюка. Серия: Биология*. 2015. № 1 (62): 77-83.
24. *Фундаментальная фитопатология*. С.Ф.Багирова и др., под ред. Ю.Т.Дьякова. М.: URSS: Красанд, 2011: 508.
25. Маркелова Т.С., Кириллова Т.В. Вирусные болезни пшеницы. *Защита и карантин растений*. 2010. № 4: 21-23.
26. Маркелова Т.С., Нарышкина Е.А., Баукенова Э.А., Иванова О.В., Салмова М.Ф. Мониторинг особо опасных грибных и вирусных болезней озимой пшеницы в Нижнем Поволжье. *Вестник защиты растений*. 2014. № 1: 64-67.
27. Маркелова Т.С., Баукенова Э.А. Динамика численности цикадки полосатой (*Psammotettix striatus* L.) и распространение мозаики озимой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья. *Сельскохозяйственная биология*. 2013. Т. 48. № 3: 117-123.
28. Гнутова Р.В. *Таксономия вирусов растений Дальнего Востока России*. Владивосток: Издательство «Дальнаука», 2009: 467.
29. Можяева К.А., Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В. Вирус жёлтой карликовости ячменя и другие вирусы зерновых культур на территории Российской Федерации. М.: Росинформротех, 2007: 32.
30. Какарека Н.Н., Волков Ю.Г., Гапека А.В. Жёлтая карликовость ячменя и её переносчики в Приморском крае. *Защита и карантин растений*. 2015. № 8: 49-50.
31. Можяева К.А., Кастальева Т.Б. Вирус жёлтой карликовости ячменя и его штаммы в России. *Агроэкологический журнал*. 2002. № 3: 28-33.
32. Benkovics A., Vida G., Nelson D., Veisz O., Bedford I., Silhavy D., Boulton M. Partial resistance to Wheat dwarf virus in winter wheat cultivars. *Plant Pathology*. 2010. No. 59 (6): 1144-1151.
33. Куркина Л.С., Стецов Г.Я., Садовников Г.Г., Пешков С.А. Защита озимой пшеницы от злаковых цикадок на Алтае. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2015. № 12 (134): 29-34.
34. Фисечко Р.Н. Некоторые сведения о биологии полосатой злаковой цикадки в Цен-

- тральной лесостепи Приобья. Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 13: 109-112.
35. Туктарова Н.Г. Адаптивная селекция озимой пшеницы в условиях Удмуртской Республики. Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2016. Т. 2. № 3 (7): 55-60.
 36. Павлюшин В.А. Угроза возникновения эпифитотий грибных заболеваний на зерновых культурах в Российской Федерации. Агронабформ. 2017. № 4 (152): 59-61.
 37. Яицких А.В., Степаненко Д.С. Методы контроля фузариозных зёрен. Пищевая промышленность. 2022. № 12: 22-25.
 38. Долгополова Н.В., Воронина А.А., Нагорных А.В. Приёмы защиты ячменя от гельминтоспориоза. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 8: 90-95.
 39. Кутеева А.А. Семенная инфекция в распространённости и развитие корневой гнили пшеницы восточного Оренбуржья. Russian Agricultural Science Review. 2014. Е. 3. №. 3: 100-106.
 40. Кекало А.Ю., Немченко В.В. Болезни яровой пшеницы и оперативные приёмы борьбы с ними. АПК России. 2017. Т. 24. № 5: 1093-1098.
 41. Зеленева Ю.В., Судникова В.П. Распространённость и развитие возбудителей листовых пятнистостей на территории Центрально-Чернозёмного региона. Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2016. Е. 21. № 2: 598-602.
 42. Латыпова Г.Ю. Септориоз как прогрессирующее заболевание пшеницы. ЭНИГМА. 2019. № 8-1: 118-124.
 43. Бабкенова С.А. Генетические ресурсы устойчивости сортообразцов яровой пшеницы к септориозу. Новости науки Казахстана. 2017. № 2 (132): 123-130.
 44. Горопова Е.Ю., Пискарев В.В., Сухомлинов В.Ю. Корневая гниль на сортах яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья. Аграрная наука. 2019. № S1: 162-164.
 45. Разина А.А., Султанов Ф.С., Дятлова О.Г. Новые сорта яровой пшеницы и корневая гниль. Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (146): 22-27.
 46. Коломиец Т.М., Панкратова Л.Ф. Патогенный комплекс возбудителей корневой гнили пшеницы в разных регионах России. Защита и карантин растений. 2016. № 2: 37-40.
 47. Разина А.А., Султанов Ф.С., Дятлова О.Г. Корневая гниль на новых сортах яровой пшеницы при разных сроках посева. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 2: 39-46.
 48. Мирзаева З., Жалолов К.Б., Турдиева Д.Т., Азнабакиева Д.Т. Корневая гниль озимой пшеницы в условиях Андижанской области // Наука и мир. 2020. № 4-1 (80): 46-48.
 49. Лавринова В.А., Полунина Т.С., Гусев И.В., Леонтьева М.П. Влияние фунгицидов и природных факторов на микобиоту корневой системы и почвы // Вестник аграрной науки. 2018. № 2 (71): 12-18.
 50. Моисеева К.В. Эффективность предпосевного обеззараживания семян яровой пшеницы. Агропродовольственная политика России. 2017. № 9 (69): 56-59.
 51. Ломановский А.В., Корчагина И.А., Юшкевич Л.В., Малинина А.И. Агротехнологии и развитие корневой гнили на яровой пшенице в лесостепи Омской области. Вестник Омского государственного аграрного университета. 2016. № 4 (24): 26-33.
 52. Разина А.А., Дятлова О.Г. Сидеральный пар - агроприём для снижения распространения корневой гнили // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 6 (263): 5-12.
 53. Власенко Н.Г., Слободчиков А.А., Егорычева М.Т. Обыкновенная корневая гниль яровой пшеницы при возделывании по технологии No-till. Защита и карантин растений. 2015. № 9: 21-25.
 54. Жемчужина Н.С., Киселёва М.И., Лапина В.В., Елизарова С.А. Патогенные и фитотоксические свойства возбудителей корневой гнили и чёрного зародыша зерновых

- культур в некоторых районах России. Аграрная наука. 2019. № S1: 142-147.
55. Порсев И.Н., Торопова Е.Ю., Малинников А.А. Фитосанитарная и продукционная оценка роли сортов и фунгицидов в технологии возделывания яровой пшеницы в Зауралье. Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 2 (18): 55-59.
56. Leslie I.F., Summerell V.A. The Fusarium laboratory manual. Blackwell Publishing, 2006: 388.
57. Григорьев М.Ф. Изучение патогенных комплексов возбудителей наиболее распространённых типов корневых гнилей зерновых культур в Центральном Черноземье России. Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 2: 111-125.
58. Киселёва М.И., Жемчужина Н.С., Дубовой В.П., Лапина В.В. Видовой состав возбудителей корневой гнили на яровых зерновых в республике Мордовия. Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51. № 1: 119-127.
59. Chekmarev V. Fusarium root rot of wheat and disease development control. The Scientific Heritage. 2020. No.57-1 (57): 18-19.
60. Крупенько Н.А. Фитопатологическая ситуация в посевах озимой пшеницы в 2010-2021 гг. и особенности защиты культуры от болезней в Беларуси. Защита и карантин растений. 2022. № 7: 19-25.
61. Порсев И.Н., Торопова Е.Ю., Исаенко В.А., Малинников А.А., Субботин И.А. Корневые гнили яровой пшеницы в Зауралье и меры борьбы с ними. АПК России. 2017. Т. 24. № 1: 212-219.
62. Торопова Е.Ю., Селюк М.П., Казакова О.А. Факторы доминирования грибов рода Fusarium в патоккомплексе корневых гнилей зерновых культур. Агрохимия. 2018. № 5: 69-78.
63. Чулкина В.А., Торопова В.Ю., Стецов Г.Я. Фитосанитарный мониторинг вредных организмов как методологическая основа для разработки и совершенствования интегрированной защиты растений. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010. № 4: 107-115.
64. Горбунов М.Ю., Маслов Ю.А. Методический аспект мониторинга болезней зерновых культур. Вестник Курганской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. № 4: 20-22.
65. Патика В.П., Пасичник Л.А., Буценко Л.М. Бактериальные болезни пшеницы и риса. Таврический вестник аграрной науки. 2013. №.1: 51-56.
66. Bastas K.K. Chapter 10 – Bacterial diseases of potato and their control. Potato Production Worldwide. 2023: 179-197.
67. Глинушкин А.П., Райов А.А., Белошапкина О.О. Практические аспекты вирусологического обследования озимой пшеницы на Южном Урале. Аграрный вестник Урала. 2013: 4-8.
68. Гулянов Ю.А. Возможности интеллектуальных цифровых технологий в экологизации ландшафтно-адаптивного земледелия степной зоны. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4(78): 8-11.
69. Богоутдинов Д.З., Кастальева Е.Б., Гирсова Н.В. Вирусные заболевания зерновых культур в Самарской области. Вестник Оренбургского государственного университета. 2017. № 4 (204): 46-52.
70. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A., Levykin S.V., Silantieva M.M., Kazachkov G.V., Sokolova L.V. Ecological-based adaptation of agriculture to the soil and climatic conditions in Russian steppe. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. Vol. 9(3): 393-398.
71. Веденеева М.Л., Маркелова Т.С., Кириллова Т.В., Аникеева Н.В. Стратегия селекции болезнестойчивых сортов пшеницы в Поволжье: корневые гнили, вирусные и микоплазменные болезни. АГРО XXI. 2002. № 3: 18-19.
72. Матвеева И.П., Волкова Г.В. Жёлтая ржавчина пшеницы. Распространение, вредность, меры борьбы. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46): 102-116.

73. Горопова Е.Ю., Казакова О.А., Пискарёв В.В., Порсев И.Н., Христов Ю.А. Роль сортов и фунгицидов в контроле септориоза яровой пшеницы. *Агрехимия*. 2019. № 5: 66-75.
74. Егорычева М.Т., Иванова И.А. Эффективность фунгицидов «Щёлково Агрехим» при выращивании яровой пшеницы. *Защита и карантин растений*. 2020. № 11: 28-31.
75. Горопова Е.Ю., Глазунова Е.Б. Влияние состава агроценоза на развитие корневой гнили яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2014. № 4 (114): 38-42.
76. Гулянов Ю.А. Предпосылки и перспективы реализации природоподобных приёмов обработки почвы в агротехнологиях степной зоны Оренбургского Предуралья. *Таврический вестник аграрной науки*. 2020. № 2 (22): 37-49.
77. Gulyanov Yu.A. Scientific bases of principles estimating a state of the vegetation cover in steppe agrocenoses using innovative methods of smart agriculture. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 817: 012039.

Поступила 23 сентября 2022 г.

(Контактная информация: Кутеева Айслу Аскарловна – начальник отдела семеноводства филиала ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Оренбургской области; адрес: 460001, г.Оренбург, ул. Парковская, 2/2; тел. 89228580936, e-mail: ais.kuteeva@gmail.com)

LITERATURA

1. Glinushkin A.P. The effectiveness of the use of protective equipment in the technologies of cultivation of spring soft wheat. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2009. No. 1 (21): 25-27.
2. Lazarev A.M. Bacterial diseases of wheat. *Protection and quarantine of plants*. 2007. No.11: 48-50.
3. Sanin S.S., Sandukhadze B.I., Mammadov R.Z., Karlova L.V., Korneva L.G., Ruleva O.M. Intensification of wheat grain production, phytosanitary and plant protection in the Central region of Russia. *Agrochemistry*. 2020. No. 10: 36-44.
4. Gulyanov Yu.A. Spring wheat agrocenoses tolerance to modern climatic changes in agriculture in the steppe zone of the Southern Urals. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2021. No. 2 (26): 62-73.
5. Titkov V.I., Karakulev V.V., Gulyanov Yu.A., Glebov I.A., Yartsev G.F., Varavva V.N., Arkhipov S.M., Battalova N.R., Baikasenov R.K. Workshop on technology of crop production for the steppe zone of the Southern Urals (morpho-biological features, technologies of field cultivation crops, determination of sowing qualities of seeds and programming of harvests). 2nd ed., trans. and add. Orenburg: Publishing House of Orenburg State Agrarian University, 2007. 330 p.
6. Gulyanov Yu.A. The possibilities of intelligent digital technologies in the ecologization of landscape-adaptive agriculture of the steppe zone. *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2019. No.4 (78): 8-11.
7. Gulyanov Yu.A., Chibilyov (jr) A.A., Chibilyov A.A., Levykin S.V. Problems of steppe land use adaptation to anthropogenic and climatic changes (the case of Orenburg oblast). *Izvestiya Rossiiskoi Akademii Nauk, Seriya Geograficheskaya*. 2022. Vol. 86. No.1: 28-40.
8. Ignatova G.A. Development and antioxidant status of spring wheat seedlings during pesticide treatment. *Russian agricultural science review*. 2015. Vol. 6. No. 6-1: 187-190.
9. Mousa W.K., Raizada M.N. Natural disease control in cereal grains. *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*. 2016. Vol. 4: 257-263.
10. Sokolova G.D., Glinushkin A.P. Molecular genetic aspects of wheat resistance to infection of *Fusarium graminearum*. *Microbiology and phytopathology*. 2016. Vol. 50. No. 4: 207-218.
11. Aseeva T.A., Savchenko N.E. The influence of environmental factors on the development of

- spring wheat diseases. Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2018. No. 5: 34-37.
12. Evseev V.V., Karakotov S.D. Bacterioses of grain crops in the forest-steppe zone of the Trans-Urals, Southern Urals and Western Kazakhstan. Protection and quarantine of plants. 2021. No. 1: 13-17.
 13. Kalidilda A.M., Kamalova M.S. Features of pathogens of diseases of hard smut and brown rust of wheat. Znanstvena Misel. 2022. No. 63-1 (63): 9-11.
 14. Glinushkin A.P. Tip bacteriosis of spring wheat in the Southern Urals. Bulletin of the Orel State Agrarian University. 2012. No. 2 (35): 36-37.
 15. Merino-Rodriges M. Phytoparasites of plants. Lexicom of Plant Pests and Diseases. 2013: 67a, 68-142.
 16. Lazarev A.M. Basal bacteriosis of wheat. Protection and quarantine of plants. 2021. No. 12: 18-19.
 17. Ignatov A.N., Punina N.V., Matveeva E.V., Pekhtereva E.S., Polityko V.A., Kornev K.P. Xanthomonas arboricola is a bacterial pathogen of agricultural crops in Russia. Protection and quarantine of plants. 2010. No. 4: 41-43.
 18. Vlasov Yu.I., Larina E.I. Agricultural virology. M.: Kolos, 1982: 239.
 19. Cherkashin V.N., Cherkashin G.V., Malykhina A.N. Viral diseases of winter wheat in Stavropol. Bulletin of the Stavropol Research Institute of Agriculture. 2014. No. 6: 183-188.
 20. Panarin I.V. Protection of cereal crops from viral diseases. M.: Rosselkhozizdat, 1985: 78.
 21. Markelova T.S., Chekmareva L.I., Baukenova E.A. Viral diseases of wheat in the Lower Volga region. AGRO XXI. 2012. No. 7-9: 13-15.
 22. Pavlovskaya N.E., Loskutov I.G., Pikunova A.V., Gavrilova A.Y. Screening of wheat and barley varieties for the presence of DNA markers of disease resistance genes. Bulletin of Biotechnology and Physico-chemical Biology named after Yu.A.Ovchinnikov. 2014. Vol. 10. No. 1: 38-45.
 23. Gulyaeva A.B., Tokovenko I.P., Patyka V.F. Changes in the photosynthetic apparatus of winter wheat under the influence of mycoplasma A. Laidlawi. Scientific notes of V. Gnatyuk Ter-nopol National Pedagogical University. Series: Biology. 2015. No. 1 (62): 77-83.
 24. Fundamental phytopathology. S.F.Bagirova et al., edited by Yu.T.Dyakov. M.: URSS: Krasand, 2011: 508.
 25. Markelova T.S., Kirillova T.V. Viral diseases of wheat. Protection and quarantine of plants. 2010. No. 4: 21-23.
 26. Markelova T.S., Naryshkina E.A., Baukenova E.A., Ivanova O.V., Salmova M.F. Monitoring of especially dangerous fungal and viral diseases of winter wheat in the Lower Volga region. Bulletin of Plant Protection. 2014. No. 1: 64-67.
 27. Markelova T.S., Baukenova E.A. The dynamics of the number of striped cicadas (*Psammotettix striatus* L.) and the spread of winter wheat mosaic in the conditions of the Lower Volga region. Agricultural biology. 2013. Vol. 48. No. 3: 117-123.
 28. Gnutova R.V. Taxonomy of plant viruses of the Russian Far East. Vladivostok: Dalnauka Publishing House, 2009: 467.
 29. Mozhaeva K.A., Kastaleva T.B., Girsova N.V. Yellow dwarfism virus of barley and other viruses of grain crops in the territory of the Russian Federation. Moscow: Rosinformagrotech, 2007: 32.
 30. Kakareka N.N., Volkov Yu.G., Gapeka A.V. Yellow dwarfism of barley and its vectors in Primorsky Krai. Protection and quarantine of plants. 2015. No. 8: 49-50.
 31. Mozhaeva K.A., Kastaleva T.B. The yellow dwarfism virus of barley and its strains in Russia. Agroecological journal. 2002. No. 3: 28-33.
 32. Benkovics A., Vida G., Nelson D., Veisz O., Bedford I., Silhavy D., Boulton M. Partial resistance to Wheat dwarf virus in winter wheat cultivars. Plant Pathology. 2010. No. 59 (6): 1144-1151.
 33. Kurkina L.S., Stetsov G.Ya., Sadovnikov G.G., Peshkov S.A. Protection of winter wheat from grass cicadas in Altai. Bulletin of the Altai State Agrarian University. 2015. No. 12 (134): 29-34.

34. Fisechko R.N. Some information about the biology of the striped grass cicada in the Central forest-steppe of the Ob region. *Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century*. 2016. No. 13: 109-112.
35. Tuktarova N.G. Adaptive breeding of winter wheat in the conditions of the Udmurt Republic. *Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences*. 2016. Vol. 2. No. 3 (7): 55-60.
36. Pavlyushin V.A. The threat of epiphytotic fungal diseases on grain crops in the Russian Federation. *Agrosnabforum*. 2017. No. 4 (152): 59-61.
37. Yaitskikh A.V., Stepanenko D.S. Methods of control of fusarium grains. *Food industry*. 2022. No. 12: 22-25.
38. Dolgopolova N.V., Voronina A.A., Nagornykh A.V. Methods of protecting barley from helminthosporiosis. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2021. No. 8: 90-95.
39. Kuteeva A.A. Seed infection in the prevalence and development of root rot of wheat in the eastern Orenburg region. *Russian Agricultural Science Review*. 2014. E. 3. No. 3: 100-106.
40. Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V. Spring wheat diseases and operational methods of combating them. *Agro-industrial complex of Russia*. 2017. Vol. 24. No. 5: 1093-1098.
41. Zeleneva Yu.V., Sudnikova V.P. Prevalence and development of leaf spot pathogens in the Central Chernozem region. *Bulletin of the Tambov University. Series: Natural and Technical Sciences*. 2016. E. 21. No. 2: 598-602.
42. Latypova G.Y. Septoria as a progressive disease of wheat. *ENIGMA*. 2019. No. 8-1:118-124.
43. Babkenova S.A. Genetic resources of resistance of spring wheat varieties to septoria. *Kazakhstan Science news*. 2017. No. 2 (132): 123-130.
44. Toropova E.Yu., Piskarev V.V., Sukhomlinov V.Yu. Root rot on spring wheat varieties in the northern forest-steppe of the Ob region. *Agricultural science*. 2019. No. S1: 162-164.
45. Razina A.A., Sultanov F.S., Dyatlova O.G. New varieties of spring wheat and root rot. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*. 2019. No. 5 (146): 22-27.
46. Kolomiets T.M., Pankratova L.F. Pathogenic complex of wheat root rot pathogens in different regions of Russia. *Protection and quarantine of plants*. 2016. No. 2: 37-40.
47. Razina A.A., Sultanov F.S., Dyatlova O.G. Root rot on new varieties of spring wheat at different sowing dates. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2020. Vol. 50. No. 2: 39-46.
48. Mirzayeva Z., Zhalolov K.B., Turdieva D.T., Aznabakieva D.T. Root rot of winter wheat in the conditions of the Andijan region. *Nauka i Mir*. 2020. No. 4-1 (80): 46-48.
49. Lavrinova V.A., Polunina T.S., Gusev I.V., Leontieva M.P. The influence of fungicides and natural factors on the mycobiota of the root system and soil. *Bulletin of Agrarian Science*. 2018. No. 2 (71): 12-18.
50. Moiseeva K.V. Efficiency of pre-sowing disinfection of spring wheat seeds. *Agro-food policy of Russia*. 2017. No. 9 (69): 56-59.
51. Lomanovsky A.V., Korchagina I.A., Yushkevich L.V., Malinina A.I. Agrotechnologies and development of root rot on spring wheat in the forest-steppe of the Omsk region. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 2016. No.4 (24): 26-33.
52. Razina A.A., Dyatlova O.G. Sideration fallow – agro-method for reducing the spread of root rot. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2016. No. 6 (263): 5-12.
53. Vlasenko N.G., Slobodchikov A.A., Egorycheva M.T. Common root rot of spring wheat when cultivated using No-till technology. *Protection and quarantine of plants*. 2015. No. 9: 21-25.
54. Zhemchuzhina N.S., Kiseleva M.I., Lapina V.V., Elizarova S.A. Pathogenic and phytotoxic properties of pathogens of root rot and black germ of grain crops in some regions of Russia. *Agricultural science*. 2019. No.S1: 142-147.
55. Porsev I.N., Toropova E.Yu., Malinnikov A.A. Phytosanitary and production assessment of the role of varieties and fungicides in the technology of spring wheat cultivation in the Trans-Urals. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2016. No. 2 (18): 55-59.
56. Leslie I.F., Summerell B.A. *The Fusarium laboratory manual*. Blackwell Publishing, 2006: 388.

57. Grigoriev M.F. Study of pathogenic complexes of pathogens of the most common types of root rot of grain crops in the Central Chernozem region of Russia. *News of the Timiryazev Agricultural Academy*. 2012. No. 2: 111-125.
58. Kiseleva M.I., Zhemchuzhina N.S., Dubovoy V.P., Lapina V.V. Species composition of root rot pathogens on spring cereals in the Republic of Mordovia. *Agricultural biology*. 2016. Vol. 51. No. 1: 119-127.
59. Chekmarev V. Fusarium root rot of wheat and disease development control. *The Scientific Heritage*. 2020. No.57-1 (57): 18-19.
60. Krupenko N.A. Phytopathological situation in winter wheat crops in 2010-2021 and features of crop protection from diseases in Belarus. *Protection and quarantine of plants*. 2022. No. 7: 19-25.
61. Porsev I.N., Toropova E.Yu., Isaenko V.A., Malinnikov A.A., Subbotin I.A. Root rot of spring wheat in the Trans-Urals and measures to combat them. *Agro-industrial complex of Russia*. 2017. Vol. 24. No. 1: 212-219.
62. Toropova E.Yu., Selyuk M.P., Kazakova O.A. Factors of dominance of Fusarium fungi in the pathocomplex of root rot of grain crops. *Agrochemistry*. 2018. No. 5: 69-78.
63. Chulkina V.A., Toropova V.Yu., Stetsov G.Ya. Phytosanitary monitoring of harmful organisms as a methodological basis for the development and improvement of integrated plant protection. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*. 2010. No. 4: 107-115.
64. Gorbunov M.Yu., Maslov Yu.A. Methodological aspect of monitoring diseases of grain crops. *Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy*. 2012. No. 4: 20-22.
65. Patika V.P., Pasichnik L.A., Butsenko L.M. Bacterial diseases of wheat and rice. *Tauride Bulletin of Agrarian Science*. 2013. No.1: 51-56.
66. Bastas K.K. Chapter 10 – Bacterial diseases of potato and their control. *Potato Production Worldwide*. 2023: 179-197.
67. Glinushkin A.P., Rayov A.A., Beloshapkina O.O. Practical aspects of virological examination of winter wheat in the Southern Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2013: 4-8.
68. Gulyanov Yu.A. Possibilities of intelligent digital technologies in the ecologization of landscape-adaptive farming of the steppe zone. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2019. No. 4 (78): 8-11.
69. Bogoutdinov D.Z., Kastaleva E.B., Girsova N.V. Viral diseases of grain crops in the Samara region. *Bulletin of Orenburg State University*. 2017. No. 4 (204): 46-52.
70. Gulyanov Yu.A., Chibilev A.A., Levykin S.V., Silantieva M.M., Kazachkov G.V., Sokolova L.V. Ecological-based adaptation of agriculture to the soil and climatic conditions in Russian steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. Vol. 9(3): 393-398.
71. Vedeneeva M.L., Markelova T.S., Kirillova T.V., Anikeeva N.V. Strategy of breeding disease-resistant wheat varieties in the Volga region: root rot, viral and mycoplasma diseases. *AGRO XXI*. 2002. No. 3: 18-19.
72. Matveeva I.P., Volkova G.V. Yellow rust of wheat. Distribution, harmfulness, control measures. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019. No. 2 (46): 102-116.
73. Toropova E.Yu., Kazakova O.A., Piskarev V.V., Porsev I.N., Hristov Yu.A. The role of varieties and fungicides in the control of spring wheat septoria. *Agrochemistry*. 2019. No. 5: 66-75.
74. Egorycheva M.T., Ivanova I.A. Effectiveness of fungicides "Shchelkovo Agrochem" in the cultivation of spring wheat. *Protection and quarantine of plants*. 2020. No. 11: 28-31.
75. Toropova E.Yu., Glazunova E.B. The influence of the composition of agrocenosis on the development of root rot of spring wheat in the forest-steppe of Western Siberia. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2014. No.4 (114): 38-42.
76. Gulyanov Yu.A. Background and prospects for the implementation of nature-like cultivation techniques in the agrotechnologies of the steppe zone of Orenburg Urals. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2020. No. 2 (22): 37-49.
77. Gulyanov Yu.A. Scientific bases of principles estimating a state of the vegetation cover in steppe agrocenoses using innovative methods of smart agriculture. *IOP Conf. Series: Earth*

and Environmental Science. 2021. Vol. 817: 012039.

Образец ссылки на статью:

Кутеева А.А. Болезни яровой пшеницы и приёмы защиты от них в земледелии степной зоны России. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2022. 3: 28 с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2022-3/Articles/КАА-2022-3.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2022-13001